

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 18 110.5

Anmeldetag: 22. April 2003

Anmelder/Inhaber: Continental Aktiengesellschaft,
30419 Hannover/DE

Bezeichnung: Verfahren zur Regelung einer Dämpfung

IPC: B 60 G 17/06

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 2. März 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag



Brosig

Beschreibung

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung einer Dämpfung für einen Aufbau eines Fahrzeugs sowie ein digitales Speichermedium mit Programmmitteln zur Regelung einer Dämpfung und ein Regelungssystem.



Aus dem Stand der Technik sind verschiedene Regelungsverfahren für die Dämpfer eines Fahrzeugs bekannt. Bei dem sogenannten Ground Hook Verfahren erfolgt dabei die Regelung so, dass der Kontakt zwischen Reifen und Fahrbahn optimiert wird. Dagegen geht es bei dem sogenannten Sky Hook Verfahren um die Optimierung des Komforts.

15

Im Allgemeinen wird bei Fahrzeugen mit verstellbaren Dämpfern meist von einer Verteilung der Aufbaulast auf die Fahrzeugräder ausgegangen, die fest ist. Bei besonderen Fahrmanövern, wie Kurvenfahrt oder Berg-Talfahrt, ist diese Voraussetzung aber nicht gegeben. Dies führt dazu, dass die entlasteten bzw. zusätzlich belasteten Räder nicht mehr optimal gedämpft werden.

20

Der Erfindung liegt demgegenüber die Aufgabe zu Grunde, ein verbessertes Verfahren zur Verstellung eines Dämpfungskoeffizienten eines Federbeins eines Fahrzeugs zu schaffen, sowie ein entsprechendes digitales Speichermedium zur Speicherung eines Regelungsprogramms und ein Regelungssystem.



25

Die der Erfindung zu Grunde liegenden Aufgaben werden jeweils mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Patentansprüchen angegeben.

30

Das erfindungsgemäße Regelungsverfahren ermöglicht es, dass die Dämpfung und der damit verbundene Fahrkomfort bei verschiedenen Fahrzuständen im wesentlichen konstant bleiben, insbesondere bei während der Fahrt auftretenden Quer- und / oder Längsbeschleunigungen, nach einer Zuladung oder bei einem Gefälle oder einer Steigung.

Erfindungsgemäß wird dies so erreicht, dass die Veränderung der Radlast erfasst wird. Vorzugsweise geschieht dies für jedes der Räder. Basierend auf Veränderungen der Radlasten werden dann jeweils Veränderungen der Dämpfungskoeffizienten berechnet und
5 zwar so, dass die resultierende Dämpfung an jedem der Räder im wesentlichen unverändert bleibt.

Auf diese Art und Weise lässt sich der Komfortbereich während einer Beschleunigung des Fahrzeugs ausdehnen. Nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird die Veränderung der Radlast mit einem Schwellwert verglichen. Wenn die Veränderung der Radlast den Schwellwert überschreitet, so wird automatisch auf ein anderes
10 Regelungsverfahren zur Verbesserung des Kontakts von Reifen und Fahrbahn umgestellt. Auf diese Art und Weise wird die Fahrzeugsicherheit bei kritischen Fahrsituationen verbessert. Nachdem der Schwellwert wieder unterschritten worden ist, wird wieder auf
15 die Regelung zur Konstanthaltung der Dämpfung umgestellt.

Nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Veränderung des Dämpfungskoeffizienten gegenüber dem Ausgangszustand durch einen Maximalwert begrenzt, wobei der Maximalwert von der Geschwindigkeit abhängig ist. Insbesondere bei
20 höheren Geschwindigkeiten ist dabei ein höherer Maximalwert zulässig als bei geringeren Geschwindigkeiten.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung werden für die Berechnung der Veränderung der Radlast Fahrparameter verwendet, die ohnehin bei einem Fahrzeug mit
25 einer fahrdynamischen Regelung, wie beispielsweise ESP, auf einem Datenbus des Fahrzeugs, wie beispielsweise einem CAN-Bus, zur Verfügung stehen.

Alternativ kann die Radlast auch aus der Radaufstandskraft ermittelt werden. Die Messung der Radaufstandskraft kann dabei über die Größen Luft, Federdruck und aus dem Abstand
30 zwischen dem Aufbau und der Fahrzeugachse ermittelt werden. Ein entsprechendes Verfahren zur Ermittlung der Radaufstandskraft ist an sich aus DE 100 17 506 C2 bekannt.

Eine weitere Möglichkeit zur Ermittlung der Radlasten ist die Verwendung eines
 "intelligenten Reifens", der mit spezieller Sensorik und Auswertevorrichtungen versehen
 ist. Mit Hilfe eines solchen Reifens können die Radaufstandskräfte direkt gemessen
 5 werden; aus den Radaufstandskräften werden dann die Radlasten ermittelt.

Eine weitere Möglichkeit zur Erfassung der Veränderung der Radlasten ist die Messung
 der Änderung der Höhenabstände zwischen den Fahrzeugachsen und dem Fahrzeugaufbau.
 Über die Federsteifigkeit lässt sich so die Veränderung der Radlast ermitteln.

Im weiteren werden bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung mit Bezugnahme auf
 die Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 ein Flussdiagramm einer bevorzugten Ausführungsform eines
 15 erfindungsgemäßen Verfahrens,

Figur 2 ein Blockdiagramm einer bevorzugten Ausführungsform eines
 Regelungssystems in einem Kraftfahrzeug.

20 Die Figur 1 zeigt ein Verfahren zur Regelung einer Dämpfung für einen Aufbau eines
 Fahrzeugs. In dem Schritt 100 fährt das Fahrzeug beispielsweise mit gleichbleibender
 Geschwindigkeit in Geradeausrichtung in einer Ebene. Bei diesem Fahrzustand wird ein
 Dämpfungskoeffizient $Kd1$ bei einer Radlast $M1$ an den Dämpfern des Fahrzeugs
 eingestellt. Mit der Federsteifigkeit Ks ergibt sich daraus die Dämpfung ξ_1

25

$$\xi_1 = \frac{Kd1}{2\sqrt{Ks * M1}}$$

In dem Schritt 102 wird eine Veränderung ΔM der Radlast erfasst. Eine solche
 Veränderung der Radlast kann durch eine auftretende Längs- und / oder
 30 Querschleunigung und/ oder durch ein Gefälle oder eine Steigung der Fahrbahn

hervorgerufen werden. Ferner kann sich auch eine Veränderung der Radlasten durch eine Zuladung ergeben. Die Erfassung der Änderung der Radlasten kann über eine spezielle Sensorik oder durch Berechnung anhand von Fahrparametern erfolgen, die beispielsweise auf einem Datenbus des Fahrzeugs vorhanden sind.

5

In dem Schritt 104 wird ein neuer Dämpfungskoeffizient $Kd2$ wie folgt berechnet.

$$Kd2 = \xi_1 * 2\sqrt{Ks * (M1 + \Delta M)}$$



10

Aufgrund dieser Wahl des Dämpfungskoeffizienten $Kd2$ ist die resultierende Dämpfung ξ_2 im wesentlichen gleich der Ausgangsdämpfung ξ_1 .

In dem Schritt 106 werden die Dämpfer des Fahrzeugs entsprechend nachgestellt. Dies hat zur Folge, dass die Dämpfung auch bei der veränderten Fahrsituation, das heißt nach

15

Veränderung der Radlasten, im wesentlichen konstant bleibt, so dass sich auch der Komfort trotz der Veränderung des Fahrzustandes nicht verändert. Diese Ausdehnung des Komfortbereichs wird von den Fahrzeuginsassen als angenehm empfunden.



20

Die Erfassung von Änderungen der Radlasten, die Berechnung von Dämpfungskoeffizienten und die Nachstellung der Dämpfer in den Schritten 102, 104 und 106 wird vorzugsweise fortlaufend durchgeführt, so dass der Fahrkomfort bei unterschiedlichen Radlasten im wesentlichen konstant bleibt. Dabei werden die Schritte 102, 104 und 106 vorzugsweise für jedes Rad bzw. jeden Dämpfer des Fahrzeugs separat durchgeführt. Dies wird mit Bezugnahme auf die Figur 2 noch näher erläutert:

25

Die Figur 2 zeigt ein Kraftfahrzeug 200 mit Dämpfern 202, 204 für die Vorderräder und Dämpfern 206 und 208 für die Hinterräder. Bei den Dämpfern 202, 204, 206 und 208 handelt es sich um Dämpfer, deren Federkraft über die Dämpfungskoeffizienten einstellbar ist. Die Dämpfer 202, 204, 206 und 208 sind mit einem Regelungssystem 210 verbunden.

30

Das Regelungssystem 210 hat einen Speicher 212 zur Speicherung des Dämpfungskoeffizienten ξ_{1V} des vorderen Dämpfers 202 für den Ausgangszustand (vgl. Schritt 100 der Figur 1). Ferner werden in dem Speicher 212 die vorderen Federsteifigkeiten K_{sV} und die vorderen Radlasten M_{1V} des vorderen linken Rads ohne Zuladung gespeichert. Ferner werden in dem Speicher 212 auch die entsprechenden Größen für die Hinterachse bzw. die anderen Räder des Fahrzeugs gespeichert, d.h. der Dämpfungskoeffizient für die hinteren Dämpfer sowie die Federsteifigkeiten und Radlasten der anderen Räder des Fahrzeugs.

In der in Figur 2 gezeigten Ausführungsform hat das Regelungssystem 210 ferner ein Berechnungsmodul 214 zur Berechnung der Veränderung der Radlasten an den Rädern des Kraftfahrzeugs 200. Ferner hat das Regelungssystem 210 ein Berechnungsmodul 216 zur Berechnung der Dämpfungskoeffizienten nach einer Veränderung der Radlast um ΔM .

Die Berechnung der Veränderung der Radlasten in dem Berechnungsmodul 214 erfolgt beispielsweise basierend auf der Erfassung von Längs- und / oder Querbesehleunigungen des Kraftfahrzeugs 200. Optional kann auch eine Zuladung M_{zu} und / oder eine Steigung oder ein Gefälle mit dem Winkel α bei der Berechnung der Veränderung der Radlasten an den Rädern des Kraftfahrzeugs 200 mit berücksichtigt werden.

Beispielsweise kann die Berechnung der Veränderung der Radlasten in dem Berechnungsmodul 214 wie folgt erfolgen:

$$\Delta M_{VL} = -K_1 \times a_L - K_2 \times a_Q + K_3 \times M_{zu} - K_4 \times \alpha$$

$$\Delta M_{VR} = -K_5 \times a_L + K_6 \times a_Q + K_7 \times M_{zu} - K_8 \times \alpha$$

$$\Delta M_{HL} = K_9 \times a_L - K_{10} \times a_Q + K_{11} \times M_{zu} + K_{12} \times \alpha$$

$$\Delta M_{HR} = K_{13} \times a_L + K_{14} \times a_Q + K_{15} \times M_{zu} + K_{16} \times \alpha$$

wobei

ΔM_{VL} = Veränderung der Radlast am Rad vorne links

ΔM_{VR} = Veränderung der Radlast am Rad vorne rechts

ΔM_{HL} = Veränderung der Radlast am Rad hinten links

ΔM_{HR} = Veränderung der Radlast am Rad hinten rechts

a_L = Längsbeschleunigung

5 a_Q = Querbeschleunigung.

Bei K_1 bis K_{16} handelt es sich um Konstanten, die größer sind als 0. Im Allgemeinen ist dabei $K_1 = K_5$ und $K_9 = K_{13}$. Wenn man eine mehr oder weniger gleichmäßige Zuladung in den Kofferraum des Kraftfahrzeugs unterstellt, kann man ferner annehmen, dass $K_3 =$
 10 K_7 und $K_{11} = K_{15}$ ist. Ferner kann man annehmen, dass sich durch die Bauart des Fahrzeugs eine Aufteilung der Gesamtzuladung etwa im Verhältnis $\frac{1}{4}$ vorne und $\frac{3}{4}$ hinten bei einer Zuladung in einen im Heck befindlichen Kofferraum ergibt. Dies bedeutet, dass K_3, K_7
 $= \frac{1}{8}$ und $K_{11} = K_{15} = \frac{3}{8}$ sind.

15

Die Größen a_L, a_Q, M und α werden von den entsprechenden Sensoren 218, 220, 222 und 224 an das Regelungssystem 210 geliefert.

In dem Berechnungsmodul 216 wird dann für jeden der Dämpfer 202 bis 208 basierend auf
 20 der jeweiligen Veränderung der Radlast ein neuer Dämpfungskoeffizient $Kd2$ berechnet. Beispielsweise wird also der neue Dämpfungskoeffizient $Kd2$ für den Dämpfer 202 aus der Dämpfung ξ_{1v} , der Federsteifigkeit Ks_v und der Radlast $M1_v$ aus dem Speicher 212 sowie der Radlastveränderung ΔM_{1v} , die von dem Berechnungsmodul 214 ermittelt worden ist, berechnet. Entsprechend wird für sämtliche Dämpfer vorgegangen.

25

Alternativ zu der Ausführungsform der Figur 2 kann das Regelungssystem 210 auch mit einem Datenbus des Kraftfahrzeugs 200 verknüpft werden. Wenn das Kraftfahrzeug 200 beispielsweise eine fahrdynamische Regelung wie ESP aufweist, sind auf dem Datenbus

zumindest die Werte für die Längsbeschleunigung a_L und die Querschleunigung a_Q vorhanden; auf diese Werte kann das Regelungssystem 210 über den Datenbus zugreifen, um die Radlaständerungen ΔM in dem Berechnungsmodul 214 zu berechnen.

- 5 Das Regelungssystem 210 kann ferner einen Komparator aufweisen, um die Radlaständerungen ΔM mit einem Schwellwert zu vergleichen. Bei einer Überschreitung des Schwellwerts schaltet das Regelungssystem 210 auf ein alternatives Regelungsverfahren, wie beispielsweise das Ground Hook Verfahren um, um die Haftung zwischen Fahrbahn und Reifen zu verbessern. Wenn der Schwellwert wieder unterschritten wird, werden die Dämpfungskoeffizienten wieder über das Berechnungsmodul 216 vorgegeben.

- 15 Zur Einstellung der Dämpfer 202 bis 208 entsprechend der von dem Berechnungsmodul 216 berechneten Dämpfungskoeffizienten $Kd2$ gibt das Regelungssystem 210 Signale S_1, S_2, S_3, S_4 an die Dämpfer 202, 204, 206 bzw. 208 ab. Bei diesen Signalen S_1 bis S_4 handelt es sich um Stellsignale, um die berechneten Dämpfungskoeffizienten individuell an den Dämpfern 204 bis 208 einzustellen.

Bezugszeichenliste

(Teil der Beschreibung)

5

200	Kraftfahrzeug
202	Dämpfer
204	Dämpfer
206	Dämpfer
208	Dämpfer
210	Regelungssystem
212	Speicher
214	Berechnungsmodul
216	Berechnungsmodul
218	Sensor
220	Sensor
222	Sensor
224	Sensor

15

20

25

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verstellung eines Dämpfungskoeffizienten eines Federbeins eines
5 Fahrzeugs, mit folgenden Schritten:

- Dämpfen des Federbeins mit einem ersten Dämpfungskoeffizienten bei einer ersten Radlast,
- Erfassung einer Veränderung der Radlast,
- Ermittlung eines zweiten Dämpfungskoeffizienten basierend auf der Veränderung der Radlast, so dass die Dämpfung nach der Veränderung der Radlast im wesentlichen unverändert bleibt.

15

2. Verfahren nach Anspruch 1, mit folgenden weiteren Schritten:

- Messung einer Beschleunigung des Fahrzeugs,
- Ermittlung der Veränderung der Radlast aus der Beschleunigung.

20

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei eine Längs- und / oder Querschleunigung des Fahrzeugs gemessen wird.

25 4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, wobei eine Zuladung in die Erfassung der Veränderung der Radlast eingeht.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 4, wobei ein Hangneigungswinkel in die Erfassung der Veränderung der Radlast eingeht.

30

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 5, wobei die Erfassung der Veränderung der Radlast durch Messung einer Radaufstandskraft erfolgt.
7. Verfahren nach Anspruch 6., wobei die Messung der Radaufstandskraft durch
5 Messung eines Luftfederdrucks eines Dämpfers und eines Höhenabstands zwischen einer Fahrzeugachse und dem Aufbau erfolgt.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 7, wobei für die Erfassung einer Veränderung der Radlast erforderliche Größen über ein Bussystem zur Verfügung gestellt werden.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 8, wobei der zweite Dämpfungskoeffizient gegenüber dem ersten Dämpfungskoeffizient bei einer Erhöhung der Radlast im wesentlichen proportional zu der Wurzel aus der Erhöhung der Radlast vergrößert wird.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 9, wobei der zweite Dämpfungskoeffizient gegenüber dem ersten Dämpfungskoeffizient bei einer Erhöhung der Radlast im wesentlichen proportional zu der Erhöhung der Radlast vergrößert wird.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 10, wobei der zweite Dämpfungskoeffizient $Kd2$ wie folgt berechnet wird:

$$Kd2 = \xi_1 * 2\sqrt{Ks * (M1 + \Delta M)}$$

wobei

ξ_1 = Dämpfung des Federbeins

Ks = Federsteifigkeit des Federbeins

$M1$ = erste Radlast

ΔM = Veränderung der Radlast

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 11, wobei die Regelung der Dämpfung für jeden der Dämpfer des Fahrzeugs separat durchgeführt wird.

5 13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 12, wobei die erfasste Veränderung der Radlast mit einem Schwellwert verglichen wird, und bei einer Überschreitung des Schwellwert, die Dämpfung zur Verbesserung des Fahrbahn-Reifenkontakts verändert wird.



10 14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei bei einer Überschreitung des Schwellwerts auf ein Ground Hook Verfahren umgestellt wird.

15 15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 14, wobei eine Veränderung des zweiten Dämpfungskoeffizienten gegenüber dem ersten Dämpfungskoeffizienten durch einen Maximalwert begrenzt wird, wobei der Maximalwert von einer Fahrzeuggeschwindigkeit abhängig ist.

16. Verfahren nach Anspruch 15, wobei der Maximalwert mit zunehmender Fahrzeuggeschwindigkeit vergrößert wird.



20 17. Digitales Speichermedium mit Programmmitteln zur Regelung einer Dämpfung für einen Aufbau eines Fahrzeugs, wobei die Programmmittel zur Berechnung einer Veränderung eines Dämpfungskoeffizienten aus einer Veränderung einer Radlast ausgebildet sind, so dass die Dämpfung nach einer Veränderung der Radlast im wesentlichen konstant bleibt.

25

18. Regelungssystem zur Regelung einer Dämpfung für ein Federbein eines Fahrzeugs mit:

- Mitteln (210, 216) zur Berechnung eines Dämpfungskoeffizienten (K_d2) basierend auf der Veränderung einer Radlast, so dass die Dämpfung nach der Veränderung der Radlast im wesentlichen unverändert bleibt,

- 5 - Mitteln (210) zur Ausgabe einer Stellgröße für einen Dämpfer zur Einstellung des Dämpfungskoeffizienten.

- 10 19. Regelungssystem nach Anspruch 18, wobei die Mittel zur Berechnung des Dämpfungskoeffizienten zum Zugriff auf einen Datenbus ausgebildet sind, um auf Daten für die Berechnung des Dämpfungskoeffizienten zuzugreifen.

- 15 20. Regelungssystem nach Anspruch 17 oder 18, mit Mitteln (218, 220) zur Messung einer Beschleunigung des Fahrzeugs, wobei die Mittel zur Berechnung des Dämpfungskoeffizienten so ausgebildet sind, dass aus den Beschleunigungsdaten die Veränderung der Radlast ermittelt wird.

- 20 21. Regelungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche 18, 19 oder 20, mit einem Ground Hook Regelungsmodul und einem Komparator zum Vergleich der Veränderung der Radlast mit einem Schwellwert und mit Mitteln zum Umschalten auf das Ground Hook Regelungsmodul, sofern der Schwellwert überschritten wird.

Continental Aktiengesellschaft

203-036-PDE.1/Fg

15.04.2003/Fg/ho

Zusammenfassung

5

Verfahren zur Regelung einer Dämpfung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung einer Dämpfung für einen Aufbau eines Fahrzeugs, mit folgenden Schritten:



- Dämpfen des Aufbaus mit einem ersten Dämpfungskoeffizienten bei einer ersten Radlast,
- Erfassung einer Veränderung der Radlast,
- Ermittlung eines zweiten Dämpfungskoeffizienten basierend auf der Veränderung der Radlast, so dass die Dämpfung nach der Veränderung der Radlast im wesentlichen unverändert bleibt.

15

20 (Figur 1)



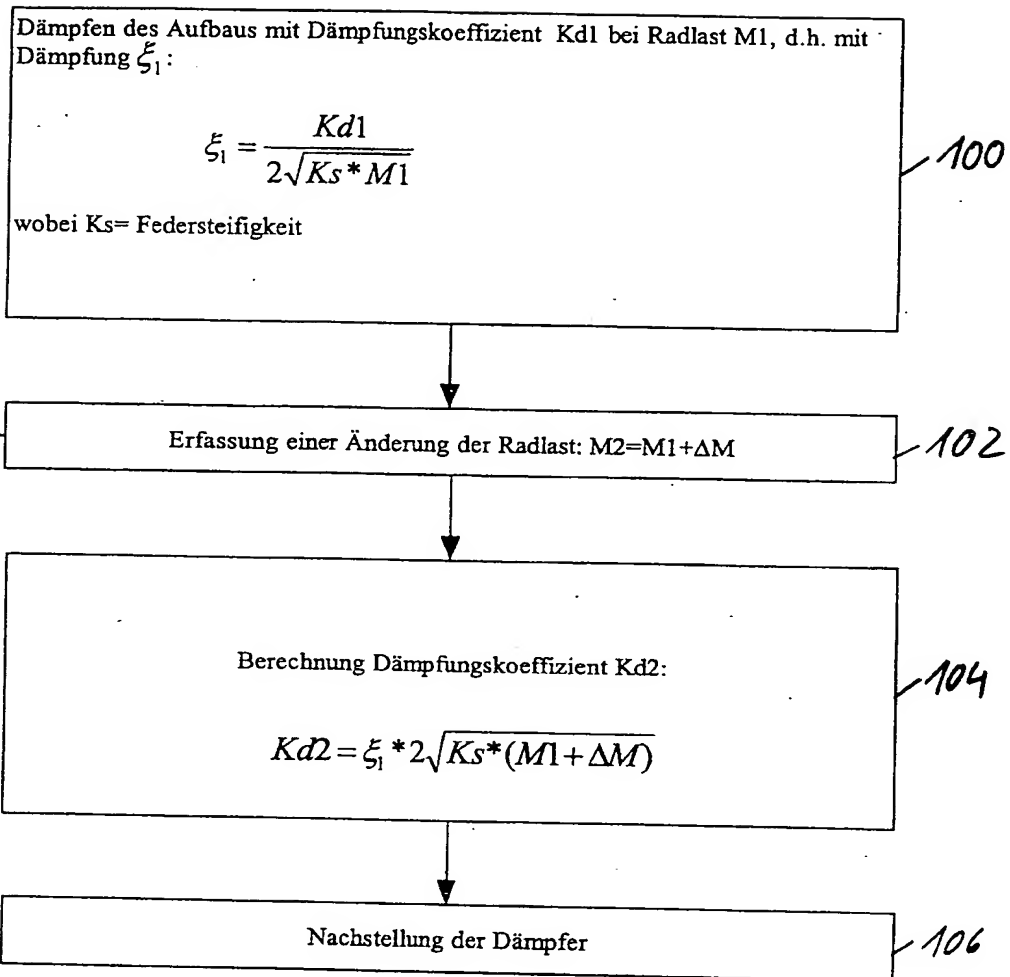


Fig. 1

203-036-P

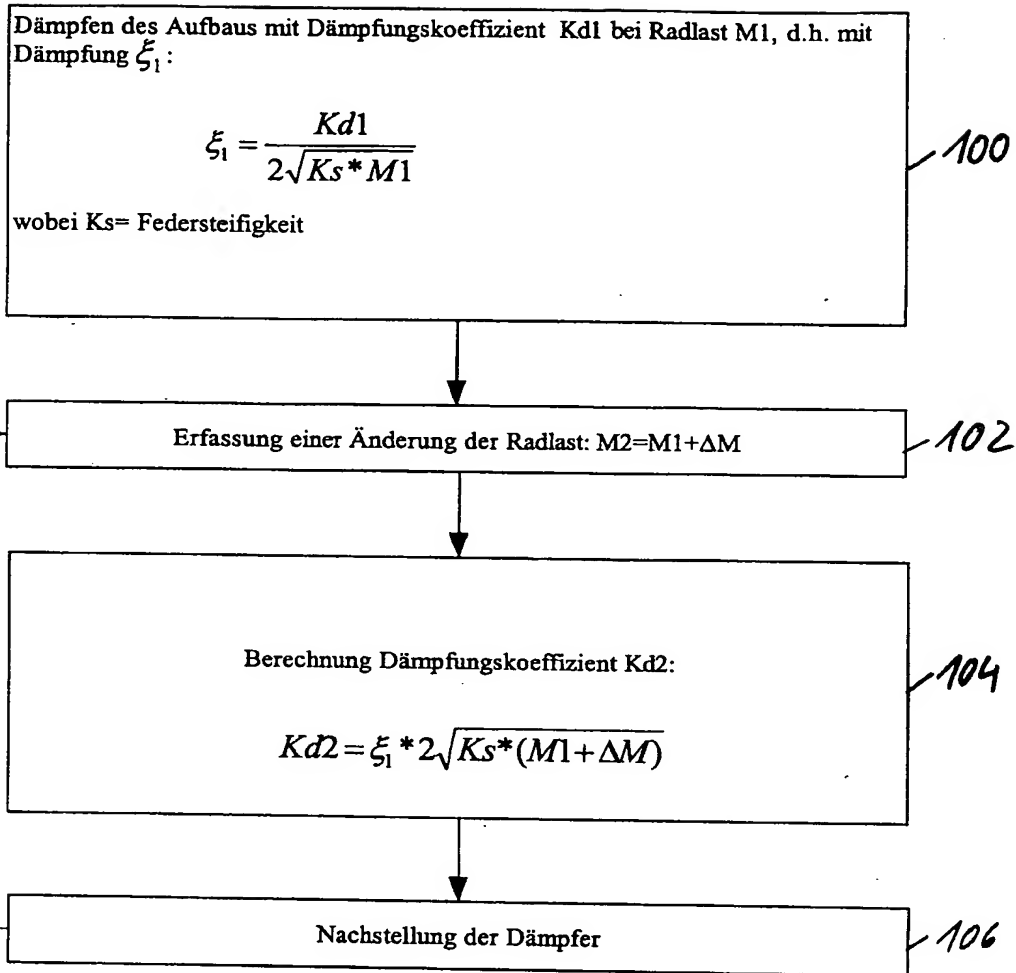


Fig. 1

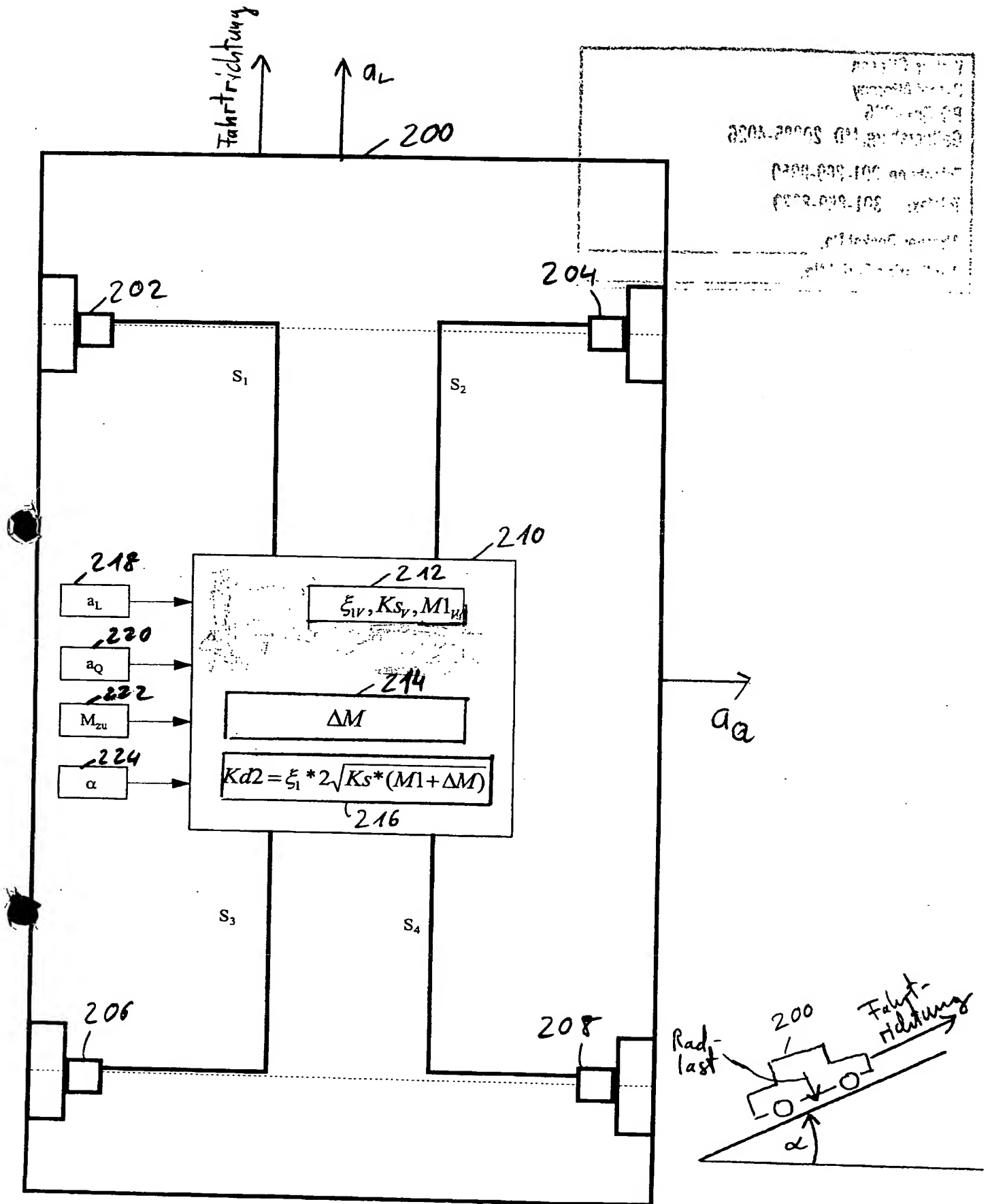


Fig. 2